



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 08 435 A 1

51 Int. Cl. 7:  
F 02 B 27/02

21 Aktenzeichen: 199 08 435.1  
22 Anmeldetag: 26. 2. 1999  
43 Offenlegungstag: 7. 9. 2000

DE 199 08 435 A 1

BEST AVAILABLE COPY

71 Anmelder:  
Meta Motoren- und Energietechnik GmbH, 52134  
Herzogenrath, DE

74 Vertreter:  
Barské, H., Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 81245  
München

72 Erfinder:  
Kreuter, Peter, Dr.-Ing., 52072 Aachen, DE

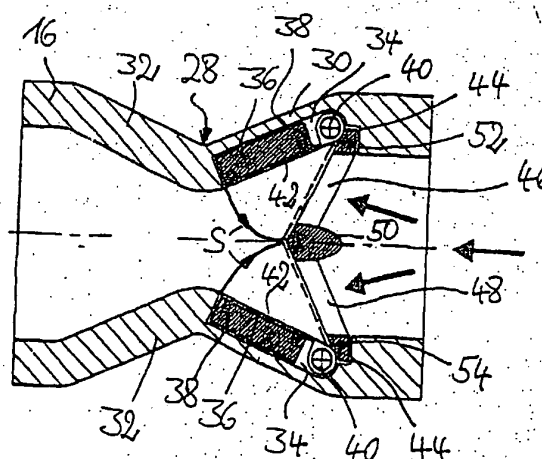
56 Entgegenhaltungen:  
DE 40 30 760 C2  
DE 15 00 159 C1  
DE 40 31 886 A1  
DE 37 41 880 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Impulsaufladung einer Kolbenbrennkraftmaschine

57 Eine Vorrichtung zur Impulsaufladung einer Kolbenbrennkraftmaschine mit wenigstens einem Zylinder (2), in dem ein Kolben (4) arbeitet und in den ein Ladungswechselkanal (16) mündet, wobei in der Mündung ein Ladungswechselventil (20) arbeitet, enthaltend ein in dem Ladungskanal beweglich angeordnetes Bauteil (42), mittels dessen der Strömungsquerschnitt des Ladungswechselkanals verschließbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil als eine Klappe (42) ausgebildet ist, die elastisch in Schließrichtung vorgespannt ist und einen Magnetanker bildet, der in Schließstellung an einer dem Ladungswechselventil zugewandten Polfläche eines Elektromagneten (46, 52; 48, 54) anliegt, wobei die Anordnung derart ist, daß die Klappe sich bei abgeschaltetem Elektromagneten und Unterdruck im zylinderseitigen Bereich des Ladungswechselkanals (16) durch den an ihr wirkenden Unterdruck und die mit zunehmender Öffnung einsetzende Zylindereinstromung in Öffnungsrichtung bewegt.



DE 199 08 435 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Impulsaufladung einer Kolbenbrennkraftmaschine.

Ein wesentlicher Grund für die Aufladung von Brennkraftmaschinen ist, daß eine vorgegebene Leistung oder ein vorgegebenes Drehmoment mit einer kleineren Maschine erzeugt werden kann, was Gewichts-, Bauraum- und Verbrauchsvorteile mit sich bringt. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß die Aufladung einen zusätzlichen Parameter zur Beeinflussung der Ladungsaufbereitung und des Verbrennungsablaufes bildet, wodurch der thermodynamische Verbrennungswirkungsgrad und/oder der Schadstoffgehalt im Abgas vorteilhaft beeinflusst werden kann.

In die Praxis eingeführt wurden bisher die Abgasturboaufladung und die Aufladung mittels mechanischer, von der Kurbelwelle angetriebener Lader. Immer wieder versucht wurde die sogenannte Impulsaufladung, bei der der Einlaßkanal mittels eines Bauteils stromoberhalb des Einlaßventils zeitweilig verschlossen wird, so daß sich beim Ansaughub des Kolbens und offenem Einlaßventil stromab des Bauteils Unterdruck einstellt. Wenn das Bauteil bei vorhandenem Unterdruck in seine Öffnungsstellung bewegt wird, beschleunigt der Unterdruck die freigegebene Ladungssäule, die mit hohem Impuls in den Brennraum einströmt und dort eine größere Füllung bewirkt. Als Bauteile, mit denen der Einlaßkanal zeitweilig verschlossen wird, wurden bisher Walzendrehtriebschieber, linear bewegliche Schieber, und ähnliches verwendet, die allesamt zu ihrem Antrieb auf Fremdkraft angewiesen sind und ein verhältnismäßig langes Zeitfenster für die vollständige Öffnung des Einlaßkanals benötigen, was dem Wirkungsgrad der Impulsaufladung nachteilig beeinflußt.

Der Erfindung liegt die Erfindung zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Impulsaufladung einer Kolbenbrennkraftmaschine anzugeben, mit dem bzw. der bei einfacher Durchführbarkeit und geringem Energieverbrauch eine hoch wirksame Impulsaufladung erzielt wird.

Der das Verfahren betreffende Teil der Erfindungsaufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird die Energie der zu steuernden Strömung selbst für die Bewegung des Bauteils in seine den Querschnitt freigebende Stellung verwendet. Dadurch kann die Bewegung des Bauteils einerseits sehr rasch erfolgen und andererseits ist nur eine sehr geringe zusätzliche Fremdenergie erforderlich. Durch beide Maßnahmen steigt die Wirksamkeit der Impulsaufladung.

Mit den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 4 wird das erfindungsgemäße Verfahren in vorteilhafter Weise weitergebildet.

Der Anspruch 5 ist auf den grundsätzlichen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gerichtet.

Mit der Klappe gemäß dem Anspruch 5 läßt sich der Querschnitt des Ladungswechselkanals außerordentlich rasch öffnen, so daß der vor der Öffnung herrschende Unterdruck wirksam in Ladungsimpuls umgesetzt werden kann. Der große Querschnitt, der mittels einer Klappe plötzlich freigebbar ist, sorgt für geringe Strömungsverluste. Dadurch, daß die Klappe in Schließstellung unmittelbar an zugehörigen Polflächen eines Elektromagneten anliegt, ist sie sicher und den Ladungswechselkanal dichtend gehalten, wobei infolge der in Schließrichtung wirkenden, elastischen Vorspannung der Klappe der Elektromagnet zum sicheren Halten der Klappe nur mit geringer Energie beaufschlagt werden muß.

Die Vorrichtung gemäß dem Anspruch 5 wird mit den Unteransprüchen 6 bis 13 in vorteilhafter Weise weitergebildet.

Die Erfindung eignet sich sowohl für Einlaßkanäle als auch für Auslaßkanäle von Kolbenbrennkraftmaschinen, die als Otto-Motoren oder Diesel-Motoren ausgebildet sein können und in Zweitakt- oder Viertaktverfahren oder sonstwie arbeiten. Die Gemischaufbereitung kann durch Saugrohreinjection, Direkteinspritzung oder sonstwie erfolgen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

Es stellen dar:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Zylinders einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einigen Bauteilen des Einlaßsystems und

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Teil eines Schwingrohres,

Fig. 3 funktionswesentliche Teile der Fig. 2 in ähnlicher Ansicht und etwas abgeänderte Ausführungsform und

Fig. 4 eine Aufsicht auf ein Ansaugbauteil.

Gemäß Fig. 1 weist eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mehrere Zylinder 2 auf, in denen je ein Kolben 4 arbeitet, der über ein Pleuel 6 mit einer Kurbelwelle 8 verbunden ist.

Die Frischluftzufuhr zu dem Zylinder 2 erfolgt durch ein Luftfilter 10 hindurch, das über eine Anschlußleitung 12 mit einem Luftsammler 14 verbunden ist, von dem aus einzelne Schwingrohre 16 in den Brennraum 18 der Zylinder 2 führen. In der Mündung des Schwingrohrs 16 in den Brennraum 18 ist ein Einlaßventil 20 angeordnet. In der Öffnung des Brennraums 18 in einen Auslaßkanal 22 hinein ist ein Auslaßventil 24 angeordnet.

Die Wirkungsweisen solcher Brennkraftmaschinen einschließlich der Gemischaufbereitung usw. ist an sich bekannt und wird daher nicht im einzelnen erläutert. Bei der dargestellten Ausführungsform des Einlaßsystems ist die Länge der Schwingrohre 16 gezielt auf einen bestimmten Drehzahlbereich abgestimmt, in dem eine besonders gute Füllung erzielt wird. Die Länge der Schwingrohre 16 kann durch geeignete Saugrohrgestaltung veränderbar oder umschaltbar sein.

Erfindungsgemäß ist das Schwingrohr 16 mit einer insgesamt mit 26 bezeichneten Vorrichtung zur Impulsaufladung versehen, die anhand Fig. 2 genauer beschrieben wird.

Gemäß Fig. 2 ist das Schwingrohr 16 mit einer lavalldüsenartigen Verengung 28 ausgebildet, so daß sich der Durchströmungsquerschnitt des Schwingrohrs in einem Bereich 30 verengt und in einem Bereich 32 erweitert. Nach Art der Lavalldüse ist der Durchströmungsquerschnitt stromab der Verengung 28 größer als stromoberhalb der Verengung.

Die Innenseite der Wand des Schwingrohrs 16 ist in dem sich verengenden Bereich 60 mit sich diametral gegenüberliegenden Ausnehmungen 34 ausgebildet, in denen Magnetenkerne 36 mit jeweils einer Spule 38 aufgenommen sind.

Weiter ist in jeder der Ausnehmungen 34 in sich diametral gegenüberliegender Weise am stromaufwärtigen Ende der Ausnehmung 34 ein Lagerzapfen 40 angebracht, an dem eine Klappe 42 gelagert ist.

Unmittelbar stromoberhalb der Lagerzapfen 40 sind in entsprechende Aussparungen 44 der Ausnehmungen 34 Rahmenteile 46 und 48 eingesetzt, deren äußere Schenkel in der Wandung des Schwingrohrs 16 aufgenommen sind und deren innere Schenkel in einem Steg 50 zusammenlaufen, der das Schwingrohr durchquert und mit stromlinienartigen Profil ausgebildet ist, so daß er für eine gemäß Fig. 2 von rechts nach links erfolgende Einlaßströmung einen geringen Widerstand bietet.

In jedes der Rahmenteile 46 und 48, die vorteilhafterweise aus weichmagnetischem Werkstoff bestehen, ist eine Magnetspule 52 bzw. 54 integriert, so daß insgesamt zwei

Portalmagnete gebildet sind, die den Strömungsquerschnitt des Schwingrohrs 16 bzw. des Einlaßkanals bilden.

Die Klappen sind als dünne Weicheisenbleche ausgebildet, die in sich derart verformbar sind, daß sie im Schließzustand (gestrichelt eingezeichnet) in dichtender Anlage an den durch die Rahmenteile 46 und 48 gebildeten Polflächen der Magnetspulen 52 und 54 anliegen. Dadurch werden große Haltekkräfte erzeugt und wird der Raum gemäß Fig. 2 links von den Klappen 42 zuverlässig gegenüber dem Raum rechts der Klappen abgedichtet.

Die Klappen 42 werden von nicht dargestellten Torsionsfedern oder Schließfedern in die Schließstellung vorgespannt, die sich jeweils an der Wand des Saugrohrs und einer Klappe abstützen und beispielsweise den Lagerzapfen umfassen.

Die Funktion der beschriebenen Anordnung ist wie folgt:

Es sei angenommen, das Einlaßventil 20 ist zu und im Schwingrohr 16 ist keine Strömung in Richtung des Einlaßventils 20 vorhanden. Die Klappen 42 werden dann von den nicht dargestellten Schließfedern in Anlage an die Portalmagnete 46, 52 bzw. 48, 54 gedrängt und bei deren Strombeaufschlagung in dichtender Anlage gehalten, wobei die Klappen unmittelbar als Magnetanker wirken.

Wenn bei einem Saughub nun das Einlaßventil 20 geöffnet wird, entsteht in dem Bereich des Schwingrohrs 16 stromab der geschlossenen Klappen ein zunehmender Unterdruck. Je nach erwünschter Aufladung oder sonstigen erwünschten thermodynamischen Parametern wird der Strom durch die Magnetspulen 52 und 54 abgeschaltet, so daß die Klappen 42 sich infolge des an ihnen angreifenden Unterdrucks und von der einsetzenden Einstromung mitgenommen schlagartig in Öffnungsrichtung bewegen. Dabei werden die weichmagnetischen Klappen von dem Magnetfeld der inzwischen strombeaufschlagten Öffnungsspulen 38 erfaßt und in Anlage an die Magnetkerne 36 gezogen, so daß die Klappen zuverlässig geöffnet bleiben und keinerlei Strömungshindernis der Einstromung bilden. Die Einstromung wird infolge des sich abbauenden Unterdrucks stark beschleunigt, und bewirkt infolge des hohen Impulses eine Aufladung im Brennraum 18. Wird das Einlaßventil 20 dann für den Kompressionshub geschlossen, so wird die Strombeaufschlagung der Öffnungsspulen 38 beendet und die Klappen 42 bewegen sich unter dem Einfluß der Schließfedern unter Verschwenken in Richtung der Pfeile s in Schließrichtung, so daß der Zyklus erneut beginnen kann.

Wenn keine Aufladung erwünscht ist, werden die Klappen vorteilhafterweise dauerhaft von den strombeaufschlagten Öffnungsspulen 38 in Öffnungsstellung gehalten, so daß sie keinerlei Strömungswiderstand bilden. Alternativ können die Öffnungsspulen auch ohne Strombeaufschlagung bleiben, so daß die Klappen eine Rückströmung verhindern und sich infolge der Einstromung jeweils in die Öffnungsstellung bewegen.

Aus Gründen einer geringen Bewegungsamplitude der Klappen ist es günstig, die Klappen in Richtung der Lagerzapfen 40 deutlich größer auszubilden als in ihrer in Fig. 2 sichtbaren Erstreckung quer zu den Lagerzapfen. Die Rahmenteile 46 und 48 bilden dann, gesehen gemäß Fig. 2 von rechts, eine Brille, die relativ flach und breit ist.

Das elektronische Steuergerät zur Ansteuerung und Strombeaufschlagung der Magnetspulen sowie die dafür erforderliche Sensorik ist nicht dargestellt. Das Steuergerät kann mit einem Motorsteuergerät zusammengefaßt sein oder als eigenes Steuergerät ausgebildet sein.

Die Ansteuerung der Klappen 42 erfolgt vorteilhafterweise derart, daß in bestimmten Lastzuständen des Motors, beispielsweise bei niedrigen Drehzahlen die Klappen 42 am Ende eines Ansaughubs bereits schließen, bevor das Einlaß-

ventil schließt. Damit kann eine Rückströmung der Frischladung durch das Schwingrohr 16 zuverlässig verhindert werden.

Das Saugrohr gemäß Fig. 2 kann derart ausgebildet sein, daß der freie Abströmquerschnitt (linkes Ende gemäß Fig. 2) größer ist als der freie Einstromquerschnitt (rechtes Ende gemäß Fig. 2).

Fig. 3 zeigt funktionswesentliche Teile der Fig. 2 bei einer etwas abgeänderten Ausführungsform, bei der der Steg 50 gegenüber den Lagerzapfen 40 nicht in Richtung des Einlaßventils versetzt ist.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 sind die Klappen 42 als einfache dünne Blechteile beispielsweise aus Weicheisen bzw. magnetisch gut leitendem Material gefertigt, und zur ihrer Lagerung direkt um die Lagerzapfen 40 herum gebogen.

Die um die Durchströmöffnungen 56 und 58 des Schwingrohrs 16 (Fig. 2) herumlaufenden und die Durchströmöffnungen definierenden Rahmenteile 46 und 48 sind im Querschnitt U-förmig mit jeweils einen inneren umlaufenden Schenkel 60 bzw. 62 und einem äußeren umlaufenden Schenkel 64 bzw. 66. In dem Zwischenraum zwischen den Schenkeln ist jeweils die Magnetspule 52 bzw. 54 angeordnet.

Wie ersichtlich, ist der äußere Schenkel 64 bzw. 66 etwas kürzer als der innere Schenkel 60 bzw. 62, so daß bei in dichtender Anlage an den Rahmenteilen 46 bzw. 48 befindlichen Klappen 42 ein umlaufender Luftspalt 68 bzw. 70 verbleibt. Der Luftspalt 68 bzw. 70 ist in doppelter Hinsicht von Vorteil. Zum einen verkürzt er die sogenannte Klebzeit, die vom Abschalten des Stroms durch die Spulen 52 bzw. 54 bis zum Freigeben der Klappen 42 durch das Absenken der magnetischen Haltekraft vergeht. Die Präzision, mit der die Öffnung der Klappen gesteuert werden kann, ist somit verbessert. Zum zweiten kommt den Luftspalten beim Schließen der Klappen eine gewisse Dämpfungsfunktion zu, da vor dem Auftreffen der Klappen auf die Polflächen bzw. Stirnflächen der inneren Schenkel 60 bzw. 62 Luft aus dem Raum über den Spulen durch den Spaltraum hindurch verdrängt werden muß.

Ein weiterer Vorteil der ungleich langen Ausbildung der Schenkel liegt darin, daß die dichtende Anlage zwischen den in sich verformbaren, aus dünnem Blech bestehenden Klappen und den Polflächen der inneren Schenkel 60 bzw. 62 verbessert ist.

In Fig. 3 ist die obere Klappe 42 gestrichelt in der Stellung eingezeichnet, die sie kurz vor dem Erreichen der vollen Öffnungsstellung hat, in der die untere Klappe 42 gestrichelt eingezeichnet ist. Wie anhand der oberen Klappe 42 ersichtlich, muß die Klappe 42, bevor sie in Anlage an den Öffnungsmagneten gelangt, Luft aus dem zwischen ihr und dem Magnetkern 36 bestehenden Spaltraum 72 verdrängen, wodurch der Anschlag der Klappe 42 an dem Öffnungsmagneten gedämpft wird.

Fig. 4 zeigt schematisch eine Ansicht von links auf die Anordnung der Fig. 3 bei abgenommenen Klappen 42, wobei an das dargestellte Bauteil 80, das sich beispielsweise längs einer Zylinderreihe erstreckt, mehrere Saugrohre anschließbar sind. In der Ansicht der Fig. 1 könnte die dort mit 26 bezeichnete Vorrichtung die eine Seitenansicht des Bauteils 80 sein, das in die Schwingrohre 16 eingefügt ist.

Deutlich sichtbar sind die Durchströmöffnungen 56 und 58 jedes Schwingrohrs, um die herum die Rahmenteile 46 und 48 umlaufen, deren einander zugewandte Schenkel zu den Stegen 50 zusammengefaßt sind. Jeweils oberhalb und unterhalb der Rahmenteile ist ein Lagerzapfen 40 angedeutet, an dem jeweils eine Klappe 42 (in Fig. 4 nicht dargestellt) gelagert ist.

Die Anordnung ist vorteilhafterweise insgesamt derart, daß bezogen auf die Gesamtlänge der Schwingrohre 16 (Fig. 1), d. h. den Abstand zwischen dem Einlaßventil und der Mündung des Schwingrohrs in den Luftsammler, der Abstand zwischen den Klappen und dem Einlaßventil im Bereich zwischen 15 und 40% der Gesamtlänge liegt. Die einlaßventilseitigen Enden der Klappen (linke Enden gemäß Fig. 2) befinden sich vorteilhafterweise deutlich vor der engsten Stelle der Verengung 48, um sicherzustellen, daß im geöffneten Zustand der Klappen keine Strömungsstörungen auftreten.

Es versteht sich, daß die geschilderte Anordnung in vielfältiger Weise abgeändert werden kann. Die Ausbildung des Saugrohrs mit der lavaldüsenartigen Verengung ist nicht zwingend. Anstelle von zwei Klappen kann auch mit einer Klappe oder kann mit mehreren, in Umfangsrichtung verteilten Klappen, gearbeitet werden usw. Es können auch andere Ausgangssysteme als das der Fig. 1 verwendet werden, wobei das System der Fig. 1 besonders einfach ist.

Mit der Erfindung werden zahlreiche Vorteile erzielt:

Durch die schlagartige Öffnung der Klappen 42 wird sehr plötzlich der volle Strömungsquerschnitt des Schwingrohrs bzw. Einlaßkanal freigegeben, wodurch infolge des Unterdrucks die Einströmung mit hohem Impuls sehr wirksam erfolgt. Die erreichte Aufladung bzw. Zylinderfüllung ist unabhängig von der Drehzahl des Motors, d. h. steht spontan auch bei sehr geringen Drehzahlen zur Verfügung. Der Zeitpunkt, zu dem sich die Klappen 42 öffnen, kann in Anpassung an die jeweiligen geometrischen Verhältnisse, die Drehzahl usw. derart gewählt werden, daß eine maximale Zylinderfüllung erzielt wird.

Dadurch, daß die Klappen unmittelbar die Magnetanker bilden und der bzw. die Strömungsquerschnitte durch die Portalmagnete gebildet sind, sind nur geringe elektrische Leistungen erforderlich, um die Klappen zuverlässig und in dichtender Anlage zu halten.

Die Öffnungsspulen 38 mit den zugehörigen Magnetkernen 36 sind vorteilhafterweise derart ausgebildet, daß ihre Magnetfelder in das Innere des Schwingrohrs 16 hineinreichen, so daß die sich öffnenden Klappen, die auch für diese Magneten einen Magnetanker bilden, zuverlässig gefangen bzw. in Öffnungsstellung gehalten werden.

Die Energie der zu steuernden Einlaßströmung wird unmittelbar auch zur Öffnung der Klappen verwendet, so daß keine weitere Fremdenenergie erforderlich ist und die Öffnung sehr rasch erfolgt. Die zum Schließen erforderliche Energie wird beim Öffnen der Einlaßströmung entnommen und in den Schließfedern gespeichert. Der Aufschlag der Klappen auf die Polflächen der Magneten kann unter Nutzung der kompressiblen Eigenschaften der einströmenden Luft gedämpft werden, was Geräusche vermindert und die Dauerhaltbarkeit verbessert.

An die Lagerung der Klappen sind keine hohen Anforderungen gestellt; im Gegenteil kann diese Lagerung verhältnismäßig weich oder mit Spiel erfolgen, damit keine geometrische Überbestimmung vorhanden ist und sich die Klappen bei ihrer Anlage an die Polflächen der Magnete ggf. nur wenig verformen.

Die Erfindung wurde anhand eines besonders vorteilhaften Beispiels beschrieben. Die Klappen könnten auch pneumatisch, elektrisch, hydraulisch oder sonstwie betätigt werden und in anderer Weise und aus anderen Werkstoffen ausgebildet sein.

Die Erfindung kann für alle Arten von Motoren eingesetzt werden, unabhängig davon, ob mehrere Einlaß- und Auslaßventile je Zylinder vorgesehen sind, ob es sich um Otto- oder Diesel-Motoren, um Saug- oder aufgeladene Motoren um Ein- oder Mehrzylinder-Motoren usw. handelt.

# Patentansprüche

1. Verfahren zur Impulsaufladung einer Kolbenbrennkraftmaschine, bei dem der einer Strömung in einem Ladungswechselkanal zur Verfügung stehende Querschnitt bei offenem Ladungswechselventil und sich in einem Ansaughub befindlichen Kolben mittels eines Bauteils verschließbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung des Bauteils in seine den Querschnitt freigebende Stellung durch den sich stromabwärts des Bauteils ausbildenden Unterdruck und die mit zunehmender Öffnung des Ladungswechselventils einsetzende Strömung in den Zylinder erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil elastisch in Schließrichtung vorgespannt ist und in seiner den Ladungswechselkanal schließenden Stellung durch Magnetkraft gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil in seiner den Ladungswechselkanal öffnenden Stellung durch Magnetkraft gehalten wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil in vorbestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine in Schließstellung bewegt wird bevor das Ladungswechselventil geschlossen wird.

5. Vorrichtung zur Impulsaufladung einer Kolbenbrennkraftmaschine mit wenigstens einem Zylinder (2), in dem ein Kolben (4) arbeitet und in den ein Ladungswechselkanal (16) mündet, wobei in der Mündung ein Ladungswechselventil (20) arbeitet, enthaltend

ein in dem Ladungskanal beweglich angeordnetes Bauteil (42), mittels dessen der Strömungsquerschnitt des Ladungswechselkanals verschließbar ist,

dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil als eine Klappe (42) ausgebildet ist, die elastisch in Schließrichtung vorgespannt ist und einen Magnetanker bildet, der in Schließstellung an einer dem Ladungswechselventil zugewandten Polfläche eines Elektromagneten (46, 52; 48, 54) anliegt, wobei die Anordnung derart ist, daß die Klappe sich bei abgeschaltetem Elektromagneten und Unterdruck im zylinderseitigen Bereich des Ladungswechselkanals (16) durch den an ihr wirksamen Unterdruck und die mit zunehmender Öffnung einsetzende Zylindereinströmung in Öffnungsrichtung bewegt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromagnet (46, 52; 48, 54) als Portalmagnet mit ringartiger Polfläche und die Klappe (42) als in sich nachgiebiges Blechteil aus Weicheisen ausgebildet ist, so daß die Klappe in Schließstellung dichtend an der umlaufenden Polfläche anliegt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappe (42) in Öffnungsstellung von einem in die Wandung des Ladungswechselkanals (16) integrierten Fangmagneten (36, 38) gehalten ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei, an der Wandung des Ladungswechselkanals (16) angelenkte Klappen (42) vorgesehen sind, die mit zwei Portalmagneten (46, 52; 48, 54) zusammenwirken, deren innere Schenkel an einem den Ladungswechselkanal (16) durchquerenden Steg (50) ausgebildet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Steg (50) mit stromlinienartigem Profil ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladungswechselkanal (16) mit einer lavaldüsenartigen Verengung (28) ausgebildet ist und die Klappen (42) am stromaufwärtigen Beginn der Verengung an dem Ladungswechselkanal angebracht sind, so daß sie in Öffnungsstellung einen Teil des sich verengenden Bereiches (30) des Ladungswechselkanals bilden.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappe (42) bezogen auf ihre Drehachse in radialer Richtung kleiner ist als in axialer Richtung.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Polflächen der Elektromagnete und die zugehörigen Anlageflächen der Klappe derart ausgebildet sind, daß eine Anschlagdämpfung gebildet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladungswechselkanal ein Schwingrohr (16) eines Einlaßsystems der Kolbenbrennkraftmaschine ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

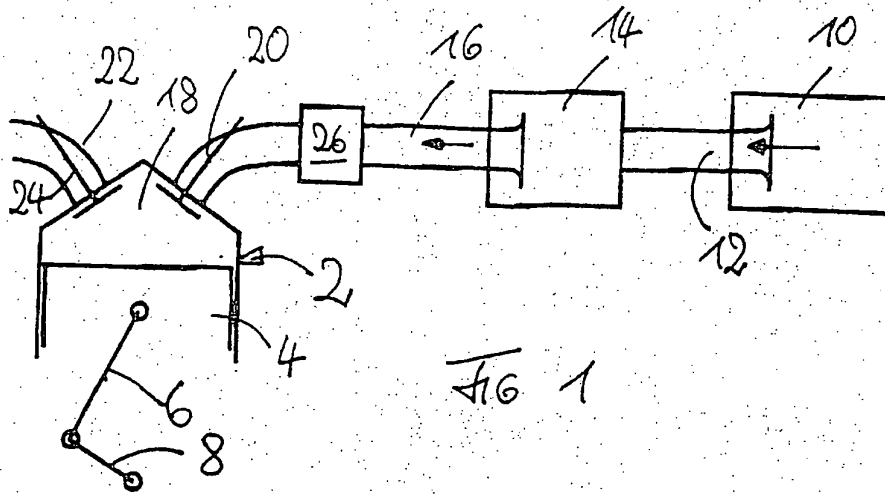
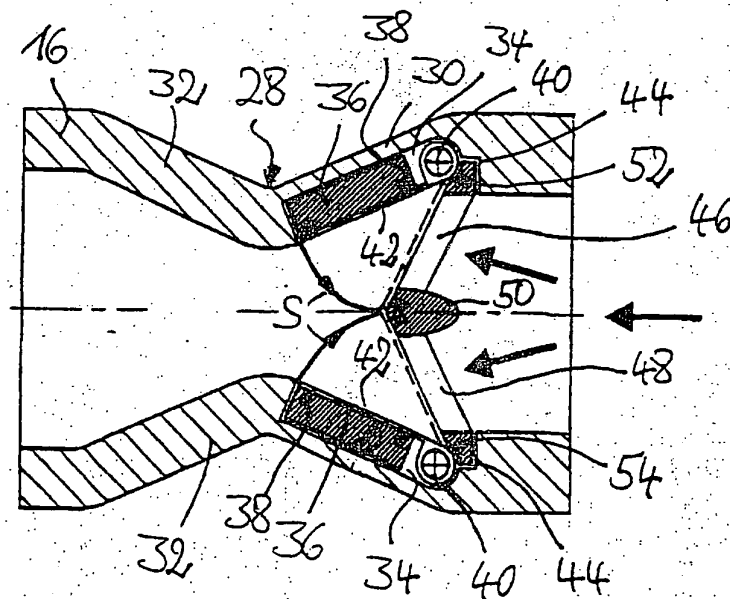
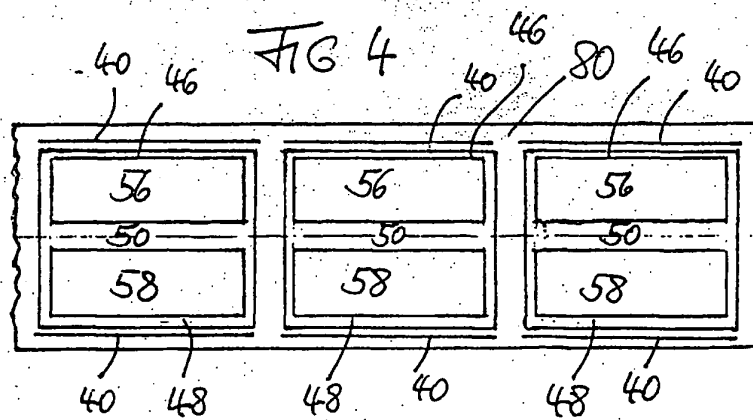
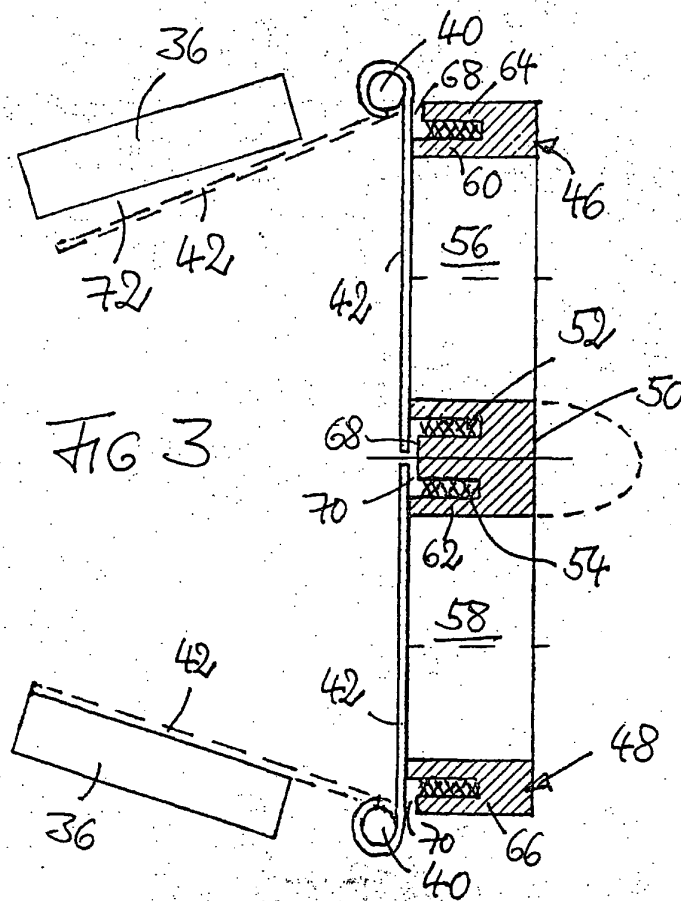


Fig 2





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**